85-2255/

Published by

Environment Canada
Fisheries and Marine Service

Publié par

Environnement Canada
Service des pêches et des sciences de la mer

Office of the Editor
116 Lisgar, Ottawa K1A 0H3

Bureau du Rédacteur

This publication is number 91
in the Technical Report Series
of the Fishermen's Services Branch
(formerly Industrial Development Branch)

THE PROBLEM of ROT in WOODEN VESSELS

Ottawa 1976

Project Officer
G. M. Sylvester

for
Engineering Development and
Assistance Programs Division
Fishermen's Services Branch
Fisheries and Marine Service
Environment Canada

Division Chief
H. A. Shenker

Opinions expressed and conclusions reached by the author are not necessarily endorsed by the sponsors of this project

SH
223
.375
No.91
c.3

THE PROBLEM OF ROT IN WOODEN VESSELS

TABLE OF CONTENTS

Introduction	1
Historical	1
The Nature of Growth	2
Fungal Decay	2
Recognition of Decay	5
Decay in Boats	11
Areas Where Decay is Most Likely to Occur	11
Preventative Treatment	14
Pressure Treatment	15
Chemical Decay	15
Prevention of Chemical Decay	16
Seasoning Lumber	16
Fiber Saturation Point	17
Equilibrium Moisture Point	18
Shrinkage and Swelling	19
Laminated Material	22
Air Seasoning	22

TABLES

1. Decay Resistance of Native Canadian Woods 6

2. Percent Shrinkage to Zero Percent Moisture Content 20

ILLUSTRATIONS

1. Wood Terminology 3

2. Rot in Painted Wood 8

3. Soft Rotted Wood from a Marine Structure 9

4. Fungal Growth and a Fruiting Structure on Surface of a Brown Rotted Board 10

5. Decayed Timbers in 65'-0" Dragger 13

6. Equilibrium Moisture Content 23

7. Essential Requirements for Piling and Seasoning Lumber 26

THE PROBLEM OF ROT IN WOODEN VESSELS

Introduction

The decay of timber should never be accepted as inevitable. If certain parts of any vessel decay while the rest of it is still serviceable one must conclude that the wood was not adequately protected or preserved.

The destructive agencies that attack wood can be classified as follows:

1. Mechanical wear
2. Decomposition by fire or prolonged heat
3. Chemical attack
4. Fungal decay
5. Insect attack
6. Attack by marine borers.

This paper deals only with chemical attack and fungal decay (wood rot).

Historical

The problem of rot has existed since man first built wooden vessels. When Queen Elizabeth I came to the throne she found that 10 out of the 32 royal ships were decayed. It was said that ships made from unseasoned timber had to be repaired within 6 or 7 years after construction instead of lasting 20 or more as they should have done.

Under Charles II, a considerable program of the new building was virtually stripped of good oak and there was considerable difficulty in finding good seasoned timber. This prompted Samuel Pepys to say "But God knows where the materials can be had".

During the whole of the 18th century the problem continued; in fact, during the American War of Independence no less than 66 ships of the Royal Navy foundered, probably from this cause. At the court martial following the sinking in Portsmouth Harbour of the "Royal George" it was disclosed that her bottom fell out when she was heeled over.

This problem was, of course, not confined to ships of the Royal Navy, but applied to merchantmen as well. It was said the East India merchantmen seldom made more than four, and sometimes only three round trips to India before they became almost useless from decay.

The problem is still with us, but today we have the knowledge and materials with which to combat rot in our wooden vessels.

The Nature of Growth

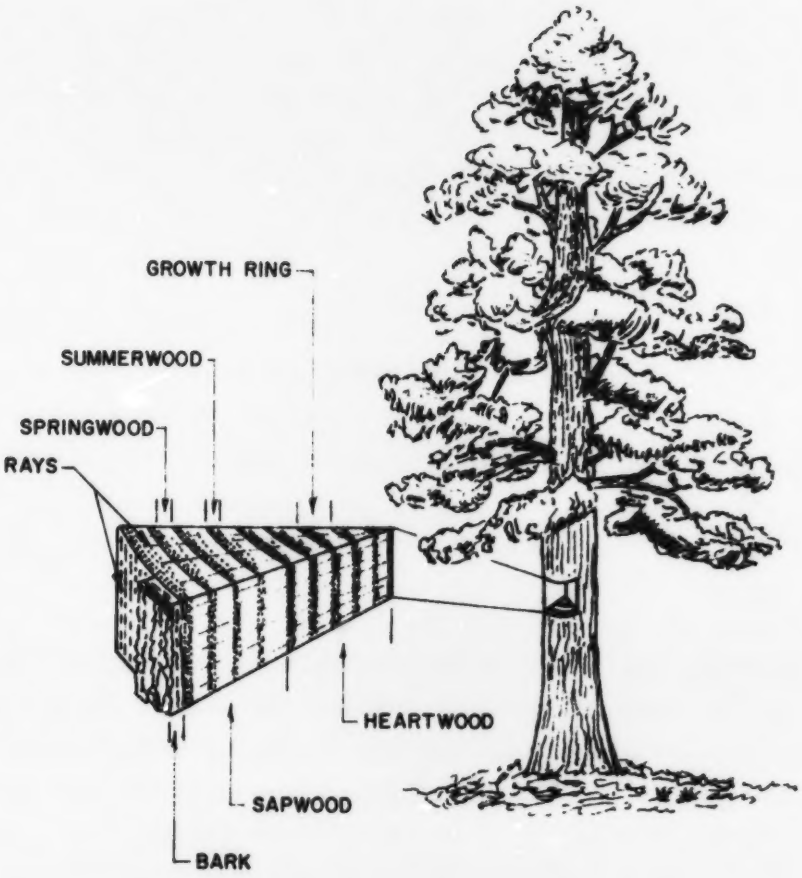
Before discussing decay it is necessary to understand something of the nature of growth. As a tree grows and the diameter of the trunk increases, only the outer portion, or sapwood, contains living cells and contributes to growth. The heartwood ceases to contain living cells and contributes only to the mechanical support of the tree. (See fig. 1)

The outer rings, or sapwood, contain moisture and this is why it is prone to decay more quickly than the heartwood. It is also why it is important to properly season and dry wood before using it. Timber does not deteriorate from age alone, but if constantly exposed to damp conditions, it will sooner or later become decayed.

Fungal Decay

Wood rot is the result of attack by one or other of a number of different types of fungus. These fungi exhibit a great diversity of form, are exceedingly numerous both in numbers and species, and have the means of incredibly rapid multiplication.

FIGURE I



WOOD TERMINOLOGY

One common fungus found in boats is the brown cubical or powdery type. Another is the white stringy type. Examples of these are shown in Figs. 2, 3 and 4.

Decay in boats is sometimes called 'Dry Rot'. This is a misnomer since all rot requires moisture. The term probably arose from the fact that rot becomes more obvious when wood drys out and cracks appear and the rotted portion shrinks.

Fungi are reproduced by bodies known as spores, which correspond to the seeds of higher plants, but which are very small, almost microscopic in size. These spores are air borne and if they fall on a suitable substratum, in this case any unprotected wooden surface, they will germinate when moistened.

For a fungus to develop and cause rot the following conditions must exist:

1. There must be a source of infection, i.e. airborne spores.
2. A suitable substratum, wood, must be present on which the spores can germinate and from which the fungus can derive its nourishment.
3. Moisture must be present in sufficient amount to permit the spores to develop. There is no precise upper limit of moisture content for the growth of fungi in wood; it is the lower limit that is of much greater importance. Fungal spores do not germinate readily in wood which is below the fiber saturation point*, that is 27 to 28 percent, and cannot be regarded as completely immune from attack until it is down to a moisture content of 20 to 22 percent. Moisture content in wood is seldom uniform throughout; though its average may be 25 percent, it is likely that deeper seated portions may be much wetter.

* Fiber saturation is explained in the section on Seasoning Lumber.

4. Oxygen must be available. Fungi are aerobic organisms; that is, they require oxygen for their life processes and respiration. This oxygen is readily obtained by the fungi growing in wood from the gas that is diffused through the wood. In completely waterlogged wood, the water displaces this oxygen and decay cannot take place.
5. The temperature must be suitable for growth of the fungi.
6. Inadequate ventilation. Unless there is sufficient ventilation to remove excess moisture, particularly in those areas subject to fresh water leakage, the danger of decay is much greater.

   What all this means is that ideal conditions to support rot are temperatures from 50^{o} - 90^{o} Fahrenheit (10-32°C) a moisture content of 20% - 30% and a lack of adequate ventilation.

   Dry wood will not rot nor will wood that is completely waterlogged, nor does all wood offer the same resistance to decay. See table No. 1 for resistance of various types of wood.

Recognition of Decay

When rot has reached an advanced stage it is easy to recognize, however, in its early stages of attack, or when the decay is mainly internal, it may not be so easily recognized.

The term "DOTE" is frequently used by timber men to mean incipient decay which has not yet turned into recognizable rot.

Fungal decay, or rot, may be recognized from some or all of the following symptoms.

1. Change in colour. It becomes either darker or lighter than its normal colour.
2. Loss of strength and softening. It becomes soft and loses its mechancial strength.

Table No. 1

DECAY RESISTANCE
OF
NATIVE CANADIAN WOODS

GROUP	SOFT WOODS	HARDWOODS
Group 1. Species with heartwood of high resistance to decay	Yellow Cypress Cedars Junipers Western Yew	Red Mulberry Black Walnut
Group 2. Species with heartwood of moderate to low resistance to decay	Douglas Fir * Western Larch * Ponderosa Pine Eastern White Pine * Spruces Tamarack * (Hackmatack)	Ashes Beech Birches Elms Hickory Red Oak White Oak *

* Species marked with an asterisk are rated moderate.

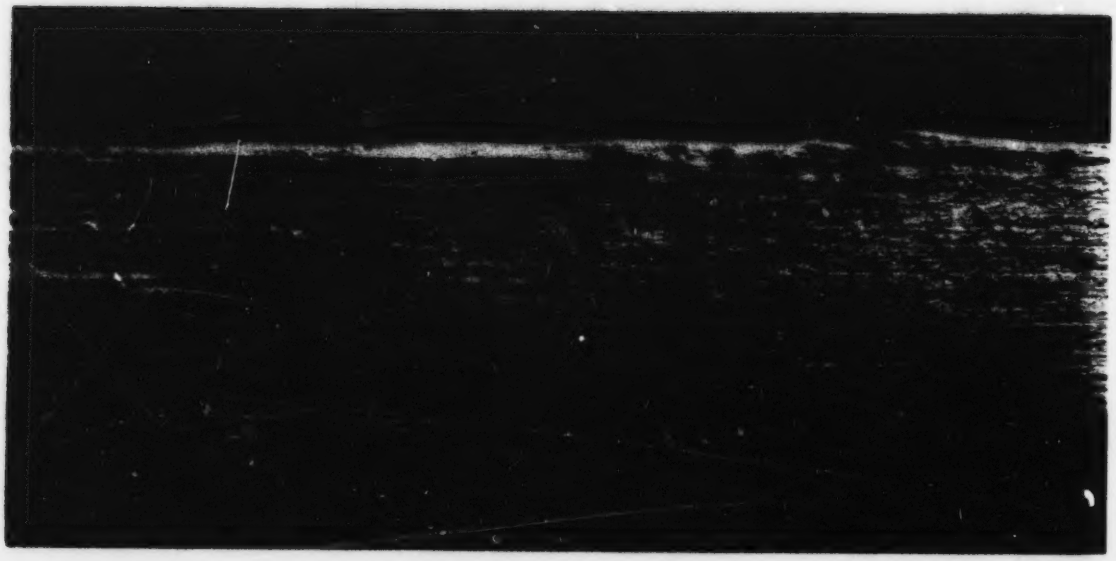
3. Loss in weight. Any sample of wood that is abnormally light in weight will probably be found to be unsound.
4. Change in odour. Sound healthy softwood has a pleasant fresh resinous smell, while decayed wood has a "mushroomy" and stale odour. The presence of a damp mouldy smell does not necessarily mean that rot is present but it most certainly means that the conditions favourable to the growth of rot are there.
5. Increase in permeability of wood. Wood that is infected with decay absorbs fluids much more readily than sound wood. If one wets the surface of a board in which there spots of decay these will instantly become more obvious as the fluid soaks quickly into the places where the wood is decayed making it darker than the surrounding healthy wood.
6. Increase in inflammability. Decayed wood is more easily ignited than sound wood. It will be remembered that very rotten wood was once used as tinder.

Figures 2, 3 and 4 show examples of decay.

FIGURE 2

DISCOLOURED, BLISTERED AND SUNKEN AREAS ON THE PAINTED WOOD INDICATE DECAY IN THE WOOD.

FIGURE 3



SOFT ROTTED WOOD FROM A MARINE STRUCTURE

FIGURE 4

FUNGAL GROWTH AND A FRUITING STRUCTURE OF A FUNGUS ON SURFACE OF A BROWN ROTTED BOARD.

Decay in Boats

Rot may develop as a result of either faulty construction or the use of unsuitable or inferior materials. This is why it is important to use sound well-seasoned timber throughout and to apply sound building techniques.

It is generally recognized that dampness caused by the entry of fresh water is one of the worst causes of rot in a boat. Careful attention should be paid to constructional details that will prevent the entry of fresh water, particularly through deck seams.

The other major cause of rot is inadequate ventilation. No matter how good the design, construction and workmanship, a certain amount of moisture will find its way into a boat. This can only be removed by adequate ventilation to all parts of the vessel.

A vessel that is only at sea for short periods and spends most of her time at anchor may require some mechanical means for circulating air through the "dead" air spaces.

Areas Where Decay Is Most Likely to Occur

Most of the decay encountered in vessels afloat in salt water is above the waterline at points where water, particularly rain water, can get in but evaporation is hindered. Areas such as keels, garboards and deadwood that are totally immersed and waterlogged are only subject to rot when the boat is out of the water for long periods.

Deck seams, particularly at covering boards and the joint between deck edge and sheer plank, are a continuous source of trouble. Leakage here will cause the timber and deck beam ends, shelves and knees to become infected. The practice in decked vessels of piercing the covering board for bulwark stanchions should be especially discouraged. The only ideal deck is one with no seams at all.

Hull planking, particularly at the ends where it joins the stem and transom, is especially prone to leakage, and so, to a lesser extent, are butts and butt blocks.

The stem head and mooring bitts, unless steps are taken to protect the end grain, are also prone to decay.

Tight ceilings are a source of trouble and a plank should always be left off at the top and bottom to allow air to circulate between the timbers. Figure 5 shows the effect of lack of circulation on the vessel's timbers. Cupboards and storage lockers, in places such as the fore peak and steering gear compartments, should be well ventilated and provided with good drainage to the bilge.

All sources of fresh water within the boat should be watched carefully and any leaks in fresh water pipes or tanks, repaired as a matter of some urgency. Areas in way of fresh water tanks have been known to decay because of careless spills when filling the tanks. Condensation should be watched carefully, particularly in areas where refrigeration systems are located. These should be cleaned up and dried out as quickly as possible.

Failure to keep rain water out of deckhouse and hatch coaming joints often results in decay of decks, deck beams and coamings themselves.

Rain water should never be allowed to accumulate and remain in bilges where it contributes to decay in those damp areas that occur just above the water level. This is most important in open boats especially those with a sharp tuck aft and frames with a very sharp bend.

Another area where special care must be taken to exclude moisture is at those points where galley and engine exhaust pipes pass through the structure. The combination of heat and moisture in these areas will greatly accelerate decay.

FIGURE 5

DECAYED TIMBERS IN A 65'-0'' DRAGGER.

Infected members should be removed and
new timbers treated with wood preservative.

Finally, decks should never be washed down with fresh water, but rather with salt water, since salt tends to inhibit the growth of decay.

Preventative Treatment

The ideal treatment would be to use pressure impregnated material throughout the vessel, but failing this, there are solutions that can be painted on. These can be effective only if they are used properly, on dry seasoned wood and care taken to soak it well into all places where the end grain shows and between all faying surfaces.

It is most important that painted-on preservatives be applied after the wood has been cut, shaped and all holes bored.

Presently there are two types of preservative in common use; copper naphthanate and pentachlorophenol. In both types the basic chemicals are in solution in a volatile petroleum solvent, which gives the mixture its ability to penetrate.

The copper naphthanate type comes in two forms, one is green in colour (cuprinol) and the other is colourless.

The green kind is used principally for treating the frames and timbers of a boat. It stains the wood green, leaves the surface quite sticky and will bleed through the paint. The clear kind can be used under varnish or paint without affecting the colour of the wood, or the paint.

The pentachlorophenol type is clear and does not appreciably alter the natural colour of the wood. It can be used under paints or varnish.

Both types are acceptable. The important things to remember are to apply it liberally, soak it well into all places where the end grain shows, and if painting over the clear types wait at least 24 hours before applying paint or varnish.

Pressure Treatment

There are three main chemical formulations in common use for the pressure treatment of wood. They are:

1. Creosote in oil
2. Pentachlorophenol
3. Copper/Chrome/Arsenate Oxide Mixtures in Water

Because of the risk of objectionable odours (both creosote and pentachlorophenol could cause annoyance) the copper/chrome/arsenate oxide preservative (Boliden Salts K33) is the most desirable for the ship use. It is also resistant to attack by marine borers.

In choosing a suitable wood preservative, some care must be taken to ensure that it will not appreciably increase the electrical conductivity of the wood since this could greatly increase the risk of wooden breakdown due to electrolytic action. This is often called "nail sickness". Laboratory experiments have shown that none of the above treatments cause any serious increase in electrical conductivity.

Chemical Decay

Occasionally wood around fastenings becomes dark and discoloured and a depression appears around the nail. This is also known as "nail sickness" and the colour will range in intensity from shades of gray to almost black and finally a split an inch or two long may develop each side of the fastening.

This so-called nail sickness may lead to the fastenings becoming loose and to problems of leakage. The wood becomes so disorganized structurally that when gently scraped or rubbed it separates into fibers and short particles of broken fibers. It has been shown that, while this condition appears to be the same as rot, it is in fact caused by the action of the chemcials released from sea water by galvanic action.

If two dissimilar metals are imbedded in wet wood, which always contains electrolytes in solution, in this case salt water, they can form the poles of a galvanic cell. The wood around the anode thus becomes acidic while alkaline conditions develop around the cathode. This is what causes the breakdown of the wood and the nails themselves may become extensively corroded.

Slight electrical leakage will greatly accelerate the action and stray electic currents of very low amperage can cause serious trouble. This type of damage has become more prevalent in recent years because so many vessels now carry electrical gear such as radio, sounders, sonar, etc. This equipment and, in fact, all electrical equipment must be properly earthed to prevent stray currents.

Prevention of Chemical Decay

The prevention of nail sickness depends on avoiding, as far as possible, the introduction of dissimilar metals into wet wood, the careful avoidance of electrical leakages and the careful countersinking and sealing of all nails and fastenings.

Seasoning Lumber

Lumber is seasoned or dried to make it suitable for use, because green lumber is limited in use to large timbers. Seasoning removes most of the water originally in the living tree and retained in the lumber at the time it is manufactured. With properly controlled drying, seasoning defects are fewer and the moisture content of the lumber is reduced until it is suitable for its end use. Drying is accompanied by shrinkage, and a major reason for seasoning is to shrink the lumber before it is put to use. Seasoning lumber to a moisture content below 20 percent eliminates the hazard of decay and stain unless it becomes wet in use. Seasoning is commonly accomplished by air or kiln drying.

Many remedies have been suggested for correcting shrinkage and swelling damage, but few, if any, actual cures short of replacement are successful. A wooden hull can only be satisfactorily built or repaired when close attention is given to the moisture content of the lumber used.

The shrinkage of lumber is sometimes responsible for the repairs needed on wooden boats and ships. The shrinkage damage can be seen in the excessive opening of plank and deck seams, and by the wide and numerous splits in covering boards, caps, shaft logs, and interior stringers. Such shrinkage results from using lumber which had too high moisture content, and can cause excessive maintenance and repair.

Fiber Saturation Point

The moisture content of lumber is expressed as a percentage. That is, the weight of the moisture in the lumber is expressed as a percentage of the weight of the lumber when it is oven-dry. Oven-dry lumber contain zero percent moisture, and lumber at a 100 percent moisture content contains half moisture and half wood substance.

Moisture exists in unseasoned lumber in two forms:

1. Free water within the cell cavities.
2. Bound or absorbed water in the cell walls.

As green lumber dries the free water in each cell cavity leaves. When all the free water is gone from the cell cavities, the bound water in the cell walls begins to dry. This point where the cell walls begin to dry is known as the fiber-saturation point, and corresponds to a moisture content of approximately 30 percent.

Lumber as it is sawn from the log contains more moisture than it will retain after it is exposed to the air. As a "green" or unseasoned board begins to dry, the surfaces lose moisture first. This means that

the moisture content will be relatively low at the surface with a progressively increasing mositure content toward the centre of the board. The range of moisture content between the surface and the centre is referred to as the moisture gradient. As drying continues, the difference in moisture content between the surface and centre of the board becomes less and less, until the moisture is uniformly distributed throughout the cross section and length. If the rate of drying is too rapid, serious defects, such as splits and checks, will develop.

A marked variance between the surface and centre moisture content indicates that drying is continuing at a rapid rate and that there is free water in the centre of the board. In general, such lumber is not suitable for ship and boat building purposes.

Equilibrium Moisture Point

Lumber either picks up or loses moisture until it is in equilibrium with the air which surrounds it. The rate at which green lumber dries and the moisture content which is finally reached are dependent on the relative humidity of the surrounding air. When subjected to an atmosphere of given relative humidity for a period ranging from several hours to several months, depending on size, species, and so on, lumber reaches a definite moisture content. This is termed the equilibrium moisture content. Figure 6 shows several relative humidity values with the corresponding equilibrium moisture content which results.

A change in the relative humidity of the air does not result in an immediate change in the moisture content of the lumber. When a change in the relative humidity occurs, the moisture gradient is increased (or decreased) and the moisture content of the lumber slowly comes to equilibrium with the new relative humidity.

The important consideration if fabricating lumber for wooden craft is to determine the average relative humidity which will occur over a period which includes the driest and wettest conditions of exposure in the location where the lumber is used. Then the equilibrium moisture content can be closely estimated, and the lumber used for fabrication should be of this estimated moisture content, as shown by figure 6.

Shrinkage and Swelling

Lumber is not like any other material in regard to the cause for dimensional changes. Lumber changes dimensions with a gain or loss of moisture content. This moisture gain or loss depends mostly on the relative humidity of the air - not on the temperature, which is responsible for the dimensional changes of most other structural materials. This is the reason why expansion joints are not needed for timber structures and part of the reason why timber structures will withstand extremes of heat without collapse.

Various wood species shrink or swell at different moisture rates, but no wood species shrinks or swells until the moisture content is below 30 percent (fiber saturation point). Below 30 percent, the lumber swells with an increase and shrinks with a decrease in moisture content. Percentage shrinkage to zero moisture content is shown in Table 2.

The greatest dimensional change is in the direction parallel to the annual growth rings (tangential). About one-half to two-third of this amount occurs in the direction perpendicular to the annual growth rings (radial). No appreciable change occurs in the direction of the grain (longitudinal).

As stated previously, decay of wood is directly linked with moisture content, and the use of dry lumber for constructing or repairing wood hulls is of vital importance in this respect. The facts to remember are:

Table No. 2

SPECIES	SHRINKAGE DRIED TO 0 PERCENT MOISTURE CONTENT		
	RADIAL	TANGENTIAL	VOLUMETRIC
Softwoods			
Yellow Cypress	3.8	6.2	10.5
Cedar	2.9	5.4	8.8
Junipers			
Douglas Fir	5.0	7.8	11.8
Western Larch	4.2	8.1	13.2
Ponderosa Pine	3.9	6.3	9.6
Eastern White Pine	2.3	6.0	8.2
Spruce, Red	3.8	7.8	11.8
Spruce, Black	4.1	6.8	11.3
Spruce, White	4.7	8.2	13.7
Tamarack (Hackmatack)	3.7	7.4	13.6
Hardwoods			
Black Walnut	5.5	7.8	12.8
Ash, White	5.0	7.8	15.2
Beech, Black	4.8	7.8	13.4
Birch, Yellow	7.2	9.2	16.7
Birch, White	6.3	8.6	16.2
Rock Elm	4.8	8.1	14.1
Sugar Maple	4.9	9.5	14.9
Red Oak	4.0	8.2	13.5
White Oak	5.3	9.0	15.8

1. No decay can occur in any wood species if the moisture content is below 20 percent.
2. No decay can occur in totally submerged lumber.

A large proportion of the decay reported in wooden ships can be directly traced to the use of heavy green timbers with decay infection present before installation. The timbers never dry below the protective level of 20 percent throughout their cross section and length after installation.

During service, the lumber used in underwater portions of a wood hull is subjected to extremes of swelling, whereas, the lumber used in engine rooms and other heated compartments is exposed to extremes of drying. However, the majority of the hull components of wooden boats and ships that are subject to extremes of wetting and drying are made of wood species with low shrinkage rates, such as cedar, Douglas fir, and mahogany. When these species swell, they will compress slightly without buckling. All the common wood species used for building wooden boats and ships (mahogany, cedar, Douglas fir, white oak) absorb moisture at a very slow rate submerged. Paint coats reduce the rate of moisture absorption and evaporation. Most of the underwater components are subjected to drying conditions on their inboard faces - a factor which prevents maximum swelling. Recent tests have shown that underwater hull planking which has the inner face exposed to normal air circulation acquires an average content of 13 percent.

During covered storage ashore, all lumber in a wooden boat will shrink to a degree dependent upon the average relative humidity at the storage site during the driest seasons of the year. However, no continuing climatic conditions exist in any boat building or repair activity where the average relative humidity is low enough to reduce the moisture content of the lumber below 10 percent, or high enough to raise it above 20 percent, provided, of course, that the boat is properly cradled, drained, and covered.

Laminated Material

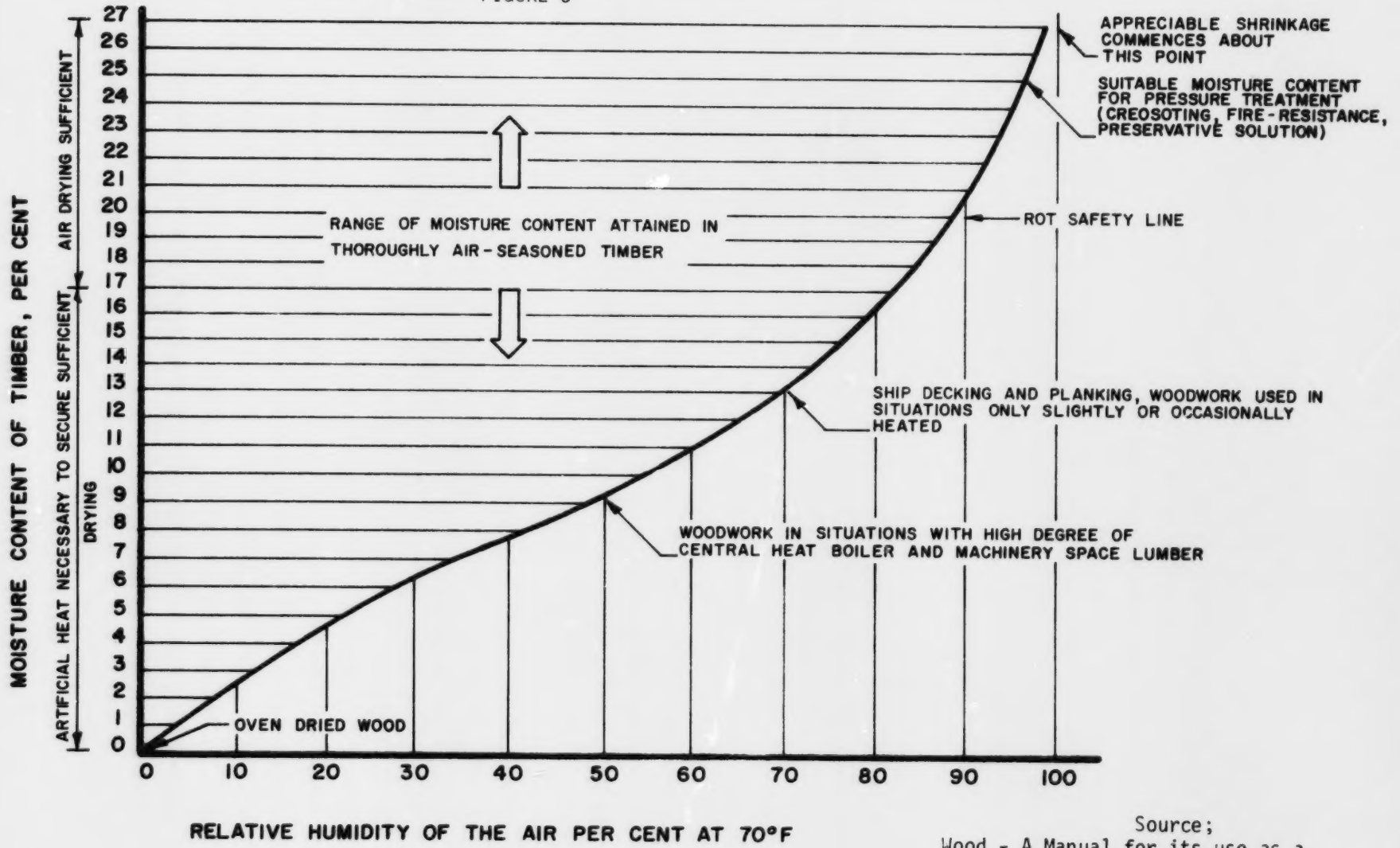
Solid lumber more than 2½ inches in thickness is difficult to obtain readily in a seasoned condition. This applies more to hardwood species, especially white oak, than softwoods. Laminated material offers the builder the opportunity of obtaining thoroughly seasoned oak and Douglas fir timbers of any dimension and shape.

Laminated members are sterilized by the curing process, and because of their low moisture content, they are much preferred to green timbers, which may have incipient decay infections and which never dry thoroughly. Laminated members can be made to the curvatures required, making it unnecessary to use a forest of lumber and a ton of fasteners to make a large frame or stem. Wood increases in strength rapidly, as the moisture content falls below the fiber saturation point. Because fastenings, hook scarfs, and cross grain are avoided also, a laminated member is much stronger than one of solid material. Many problems and costly repairs can be avoided by using lumber of the proper moisture content for construction or repairing wood hull.

Air Seasoning

Air seasoning is the oldest and simplest method of drying lumber and consists of exposure of green lumber outdoors or in sheds. Its effectiveness is limited by the vagaries of weather conditions, which in turn limit both the degree to which the drying rate can be controlled and the final moisture content attainable. As a result, the drying period is relatively long and the final moisture content is dependent on the atmospheric conditions existing shortly preceding the end of the seasoning process. In general, the moisture content of thoroughly air seasoned lumber is between 12 and 15 percent during the dry seasons of the year.

FIGURE 6



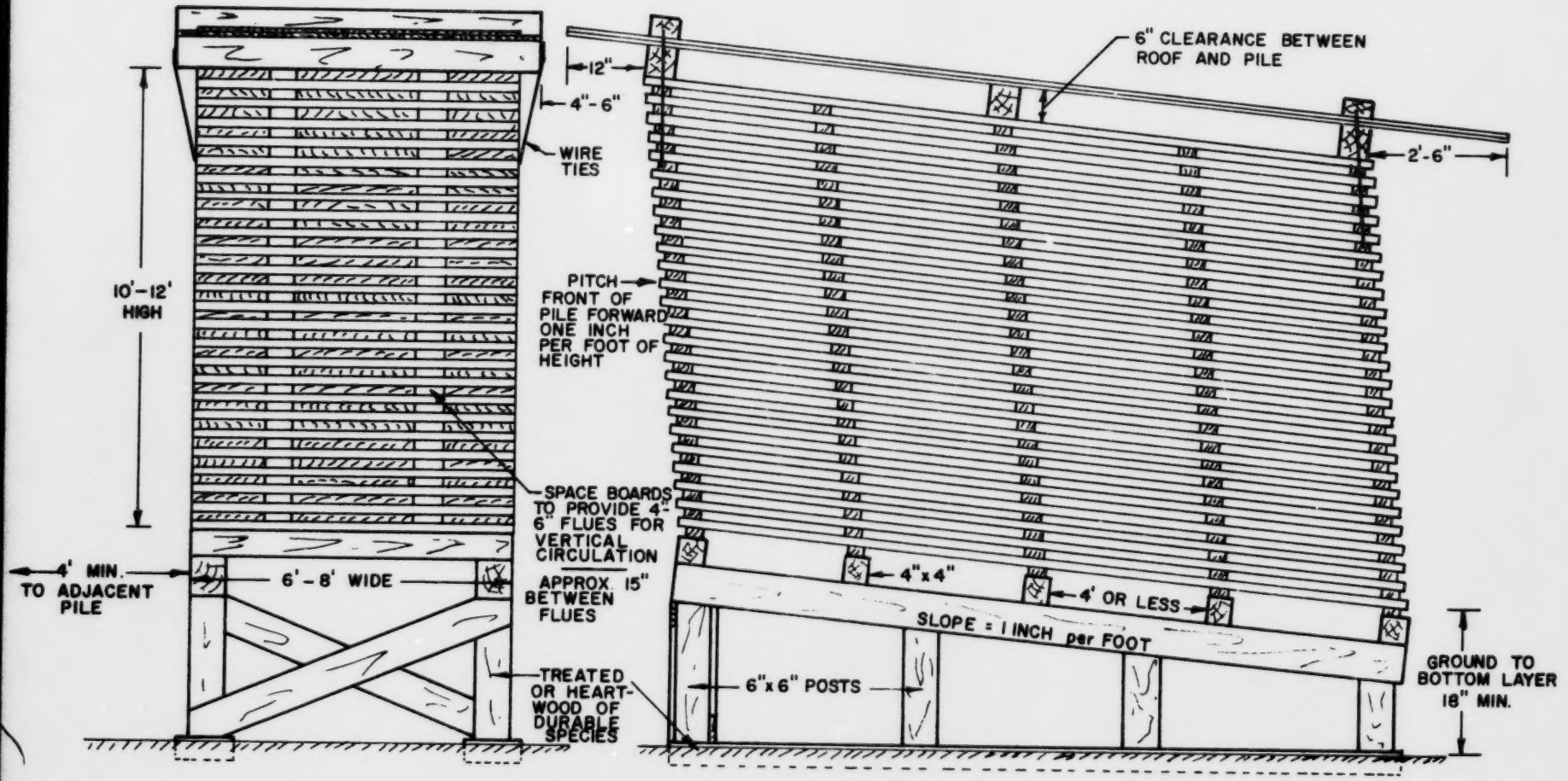
Source;
Wood - A Manual for its use as a Ship Building Material.
Vol. II Navships 250-336

Explanation of Figure 6

Equilibrium moisture content. Moisture content cited is that considered ideal. For practical purposes a 3 percent tolerance is permissible, preference being given the lower moisture content. Laminated material is normally around 12 percent in moisture content and is preferable for members of large dimensions. Waterproof plywood is normally about 5 percent in moisture content after manufacture. Because of its added stability, a 10 percent moisture content with a tolerance of 5 percent is satisfactory for most applications. White oak bends best at 25 to 35 percent moisture content. Successful bends can be made with dryer material. Lumber installed with a moisture content in excess of 20 percent should be allowed to dry before painting.

Although general weather conditions are beyond control, certain controllable local conditions affect the atmospheric conditions in the yard, and proper spacing and size of piles, as well as methods of piling can speed the rate of air seasoning materially, or alternatively, retard it to some extend to avoid excessive checking. Figure 7 shows how lumber should be piled for effective air seasoning.

FIGURE 7



ESSENTIAL FEATURES OF PILING FOR RAPID AND UNIFORM AIR-SEASONING

REFERENCES

1. Timber Pests and Diseases - Findlay
2. Boat Carpentry - Smith
3. Prevention of Decay of Wood in Boats - Forest Products Research Bulletin # 31 - H.M. Stationery Office 1954
4. Red and White Oak in Boat Construction; Roger S. Smith (Western Fisheries Vol. 73, # 2, Nov. 1966)
5. Forest Products Technical Notes No. 3- The Care of Wooden Boats - 1969 (Australia)
6. Wood Minesweepers are Sound After 15 Years of Service T.L. Highly, T.C. Scheffer and M.L. Silbo in Forest Products Journal. May 1971 Vol. 21 No. 5
7. Vols. I-IV Wood: A Manual for its Use as a Shipbuilding Material Department of the Navy, Bureau of Ships, 1957.
8. Description and Maintenance for Prevention of Rot in Wooden Vessels - L.J. Fuller LCDR R.C.N.

Publié par

Gouvernement du Canada
Pêches et Océans

Direction de l'information
et des publications scientifiques
Ottawa K1A 0E6

Published by

Government of Canada
Fisheries and Oceans

Scientific Information
and Publications Branch
Ottawa K1A 0E6

Imprimé 1978
Réimprimé 1979

La présente publication porte le numéro 91F dans la série des Rapports techniques de la Direction des services aux pêcheurs

PROBLÈME DE POURRITURE DES BATEAUX EN BOIS

Ottawa 1978

Chargé de projet
G. M. Sylvester

pour
La Division des programmes d'aide,
de développement et d'ingénierie
Direction des services aux pêcheurs
Service des pêches et de la mer
Environnement Canada

Chef de Division
H. A. Shenker

Les opinions exprimées par l'auteur ainsi que ses conclusions ne sont pas nécessairement endossées par les promoteurs de ce projet.

PROBLÈME DE POURRITURE DES BATEAUX EN BOIS

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
Historique	1
Croissance du bois	2
L'attaque fongique	3
Identification de la pourriture	6
La pourriture dans les bateaux	12
Zones sujettes à la pourriture	12
Traitement préventif	15
Traitement par pression	16
L'attaque chimique	17
Prévention de l'attaque chimique	18
Séchage du bois	18
Point de saturation des fibres	19
Point d'équilibre de l'humidité	21
Retrait et gonflement	22
Matériau lamellé	26
Séchage à l'air	29

TABLEAUX

1. Résistance à la pourriture des bois indigènes canadiens
2. Retrait en fonction du degré d'humidité

ILLUSTRATIONS

1. Cernes d'accroissement
2. La pourriture dans le bois peint
3. Pourriture spongieuse d'une structure marine
4. Croissance fongique et structure fructifère à la surface d'une planche atteinte de pourriture brune
5. Membres pourris dans un dragueur de 65'
6. Humidité du bois en fonction de l'humidité relative de l'air
7. Exigences de base pour l'empilage et le séchage du bois

PROBLÈME DE POURRITURE DES BATEAUX EN BOIS

INTRODUCTION

La pourriture du bois ne devrait jamais être acceptée comme inévitable. Si certaines parties d'un bateau pourrissent alors que le reste demeure utilisable, on doit en déduire que le bois n'a pas été protégé ou préservé convenablement.

Les principales causes de détérioration du bois sont:

1. L'usure mécanique
2. L'action du feu ou d'une chaleur prolongée
3. L'attaque chimique
4. L'attaque fongique
5. L'attaque par les insectes
6. L'attaque par des organismes foreurs

Le présent document ne traite que de l'attaque chimique et de l'attaque fongique (pourriture du bois).

HISTORIQUE

Le problème de la pourriture existe depuis que l'homme a commencé à construire des bateaux en bois. Lorsque la Reine Elizabeth I accéda au trône, elle constata qu'une dizaine des 32 bâtiments de la Flotte Royale étaient pourris; et les navires construits de bois non séché devaient être réparés six ou sept ans après leur lancement au lieu de durer 20 ans ou plus.

Sous Charles II, lors d'un vaste programme de construction, l'on fut pratiquement à court de bon bois de chêne et l'on éprouva des difficultés considérables à trouver du

bon bois séché, au point que Samuel Pepys devait s'exclamer: "Dieu seul sait où l'on pourrait mettre la main dessus".

Le problème subsista durant tout le 18e siècle, et les 66 vaisseaux de la Marine Royale qui sombrèrent pendant la guerre de l'Indépendance américaine durent probablement leur perte à cette raison. C'est ainsi que lors du procès qui se tint devant la cour martiale suite au naufrage du "Royal George" dans le port de Portsmouth, il fut révélé que la carène du navire se détacha lorsqu'il prit de la bande.

Le problème, bien entendu, ne se limitait pas aux seuls bâtiments de Sa Majesté mais affectait tout autant les navires de commerce, tels ceux de la Compagnie des Indes qui effectuaient rarement plus de trois ou quatre voyages vers ce pays avant d'être attaqués par la pourriture et devenir pratiquement inutilisables.

Nous faisons toujours face à ce problème, sauf que nous disposons aujourd'hui des connaissances et du matériel requis pour combattre la pourriture sur nos bateaux en bois.

LA CROISSANCE DU BOIS

Avant de discuter de la pourriture du bois, il convient d'avoir un aperçu du phénomène de la croissance d'un arbre.

Lorsqu'un arbre croît et que le diamètre de son tronc augmente, seule la partie externe dite "aubier", contient des cellules vivantes et contribue à sa croissance. Le coeur du bois ne sert plus que de support mécanique à l'arbre (fig.1).

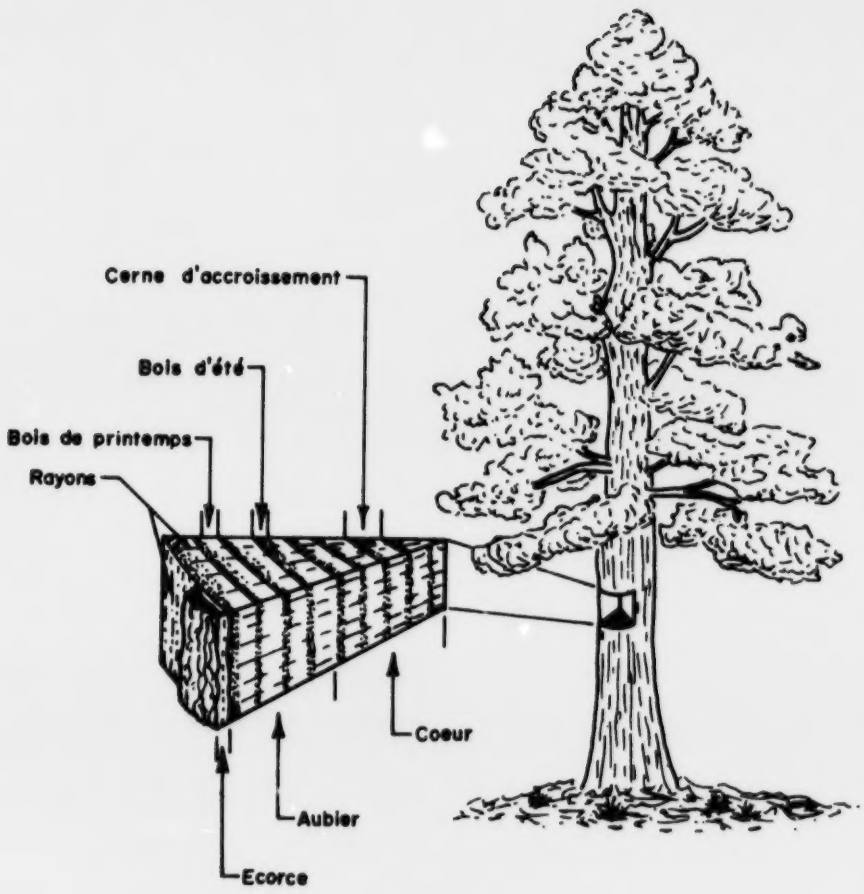
L'anneau extérieur, ou aubier, a un fort pourcentage

d'humidité qui le porte à pourrir plus rapidement que le coeur, d'où l'importance de sécher convenablement le bois avant de l'utiliser. Le bois ne se détériore pas seulement en fonction de l'âge, s'il est constamment exposé à des conditions d'humidité il pourrira tôt ou tard.

L'ATTAQUE FONGIQUE

La pourriture du bois est le résultat d'une attaque par l'une ou l'autre des diverses sortes de champignons. Ceux-ci, présentent une grande variété de formes, sont extrêmement nombreux tant en nombre qu'en espèces et disposent d'une étonnante facilité à se multiplier.

FIG. I



TERMINOLOGIE DU BOIS

L'un des champignons que l'on trouve communément dans les bateaux est du type brun cubique ou poudreux. Un autre est celui de la carie fibreuse blanche. On en trouvera des exemples aux figures 2, 3, 4.

La pourriture dans les bateaux est parfois appelée "pourriture sèche", ce qui est une désignation impropre vu que toute pourriture requiert de l'humidité. Elle doit probablement son origine au fait que la pourriture devient plus évidente lorsque le bois sèche et laisse apparaître des craquelures, la partie atteinte se contractant.

Les champignons se reproduisent à l'aide de spores, lesquelles correspondent aux graines des plantes supérieures tout en étant d'une taille bien plus petite, presque microscopique. Ces spores germent et se développent lorsqu'elles se déposent en terrain favorable tel une surface de bois exposée à l'air et à l'humidité (dans le cas qui nous intéresse.)

Pour qu'un champignon se développe et provoque de la pourriture, il faut que nous retrouvions:

1) Une source d'infection, c'est-à-dire des spores aérobies.
2) Un milieu favorisant le développement des spores et dans lequel le champignon pourra y tirer sa nourriture.
3) Un degré d'humidité suffisant pour permettre aux spores de se développer. (Il n'existe pas de limite supérieure précise au degré d'humidité pour la croissance des champignons dans le bois, c'est la limite inférieure qui est beaucoup plus importante. Les spores fongiques ne germent pas volontiers dans un bois qui est en-dessous du point de saturation des fibres soit de 27 à 28 pour cent. Cependant, le bois ne peut être considéré comme totalement à l'abri des attaques avant de contenir moins de 20 à 22 pour cent d'humidité. L'humidité du bois est rarement

tout à fait uniforme, et pour une moyenne donnée de 25 pour cent il est probable que les parties profondes sont beaucoup plus humides).

4) De l'oxygène: Les champignons sont des organismes aérobies, c'est-à-dire qu'ils ont besoin d'oxygène pour leur respiration et leurs échanges vitaux. Les champignons qui poussent dans le bois obtiennent aisément cet oxygène à partir du gaz qui s'y diffuse. Dans un bois complètement détrempé, l'eau a pris la place de l'oxygène et le processus de pourriture ne peut se faire.

5) Une température favorable à la croissance des champignons.

6) Une ventilation insuffisante. Le danger de pourriture est beaucoup plus grand dans les zones exposées à des fuites d'eau douce, à moins qu'il y ait une ventilation suffisante pour enlever l'excès d'humidité.

En résumé, les conditions favorables à l'apparition de pourriture sont: Une température entre 50° à 90° Farenheit (10 à 32°C.), un taux minimum d'humidité de 20 à 30 pour cent, et une ventilation insuffisante. (Voir la section "Séchage du bois").

Le bois sec ne pourrira pas, pas plus que le bois complètement détrempé, mais tous les bois ne présenteront pas la même résistance à la pourriture.

Voir le tableau no. 1 qui indique la résistance à la pourriture des diverses sortes de bois.

IDENTIFICATION DE LA POURRITURE

Il est facile de reconnaître la pourriture lorsqu'elle a atteint un stade avancé. Toutefois à ses débuts, lorsqu'elle est surtout interne, cela peut être plus difficile.

Le terme "DOTE" (pourriture du bois) est fréquemment employé par les bûcherons pour désigner un début de pourriture qui n'est pas encore reconnaissable.

TABLEAU NO 1

RÉSISTANCE À LA POURRITURE DES BOIS INDIGÈNES CANADIENS

GROUPE	BOIS TENDRE	BOIS DUR
Groupe 1. Essence au coeur d'une haute résistance à la pourriture	Cyprès jaune Cèdre Genévrier If de l'ouest	Mûrier rouge Noyer noir
Groupe 2. Essences au coeur d'une résistance modérée à faible à la pourriture	Sapin de Douglas* Mélèze de l'ouest* Pin ponderosa Pin blanc de l'est* Épinette Mélèze (laracina)	Frêne Hêtre Bouleau Orme Noyer blanc Chêne rouge Chêne blanc

* Les essences marquées d'un astérisque sont classées comme ayant une résistance modérée.

La carie fongique, ou pourriture, peut être reconnue par une partie ou la totalité des symptômes suivants:

1. Un changement dans la couleur. Celle-ci devient plus foncée ou plus claire que normalement.

2. Le ramollissement et la perte de résistance. Le bois devient mou et perd sa résistance mécanique.

3. Une perte de poids. Tout échantillon de bois d'un poids anormalement léger s'avérera probablement gâté.

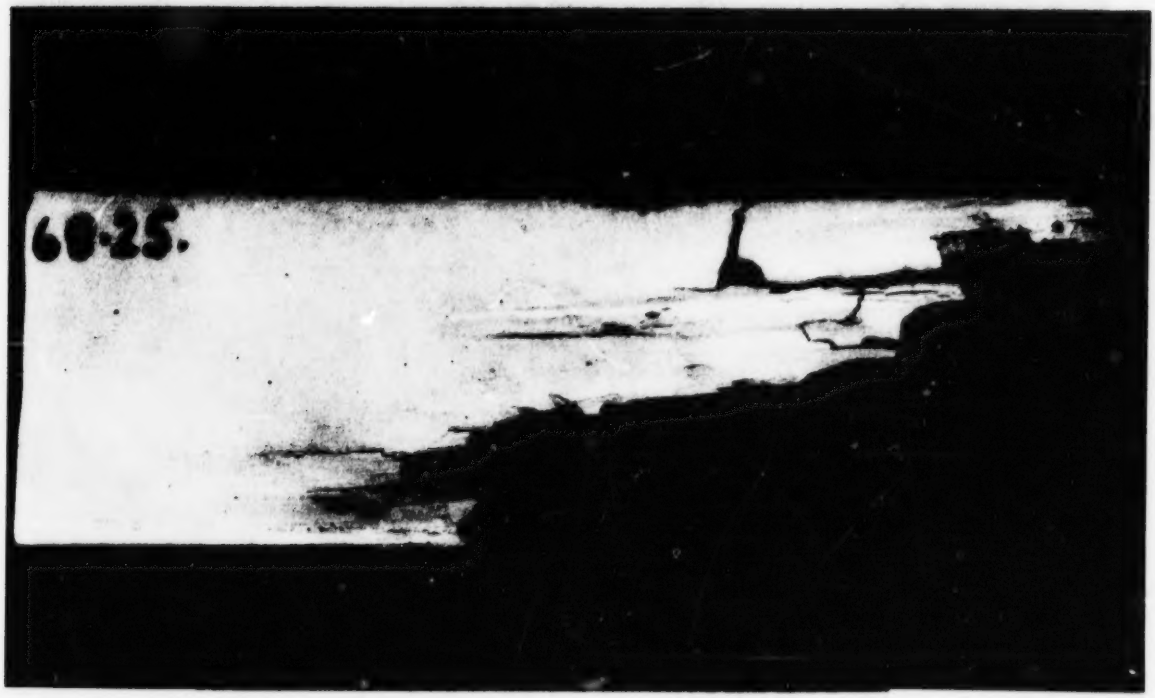
4. Un changement d'odeur. Le bois sain et tendre présente une agréable odeur de résine, tandis que celui pourri sent le champignon et le renfermé. Une odeur de moisie n'indique pas nécessairement la présence de pourriture, mais révèle tout au moins que les conditions favorables à son apparition sont réunies.

5. Une augmentation de la perméabilité du bois. Le bois atteint de pourriture absorbe les fluides beaucoup plus facilement que le bois sain. Si l'on mouille la surface d'une planche présentant des plaques de pourriture, celles-ci deviendront immédiatement plus évidentes en absorbant le liquide et en devenant ainsi plus sombre par rapport au bois sain environnant.

6. Une augmentation de l'inflammabilité. Le bois carié prend feu plus facilement que le bois sain. On se souviendra que le bois très carié était autrefois utilisé en guise d'amadou.

Les figures 2, 3, 4 montrent des exemples de carie.

FIG. 2



LES PARTIES DÉCOLORÉS, GONDOLÉES ET AFAISSÉES SUR LE BOIS PEINT INDIQUENT LA POURRITURE DANS LE BOIS

FIG. 3

POURRITURE SPONGIEUSE D'UNE STRUCTURE MARINE EN BOIS

FIG. 4

CROISSANCE FONGIQUE ET STRUCTURE FRUCTIFÈRE D'UN CHAMPIGNON À LA SURFACE D'UNE PLANCHE ATTEINTE DE POURRITURE BRUNE.

LA POURRITURE DANS LES BATEAUX

La pourriture peut résulter éventuellement de vices de construction ou encore de l'emploi de matériaux impropres ou de qualité inférieure. C'est pourquoi, il importe d'utiliser du bois sain, bien séché, et d'utiliser des techniques de construction appropriées.

Il est généralement admis que l'humidité causée par la présence d'eau douce est l'une des pires causes de pourriture dans un bateau. Une grande attention devrait donc être apportée aux détails de construction, afin de prévenir la venue d'eau douce, spécialement à travers les joints de calfatage du pont.

L'autre cause majeure de pourriture est due à une ventilation inadéquate. Quelles que soient les qualités de conception, de construction et de finition, une certaine dose d'humidité s'installera à bord et on ne pourra y remédier qu'en ventilant convenablement toutes les parties du navire.

A noter qu'un bâtiment qui n'est en mer que pour de courtes périodes, et passe la majeure partie de son temps à l'ancre, peut avoir besoin de moyens mécaniques pour faire circuler l'air à travers les espaces "morts".

ZONES SUJETTES A LA POURRITURE

La plus grande partie de la pourriture que l'on rencontre à bord des bâtiments naviguant en eau salée se situe au-dessus de la ligne de flottaison, en des points où l'eau (en particulier l'eau de pluie) peut pénétrer, mais où son évaporation est entravée. Des zones telles la quille, les galbords et le massif, qui sont totalement immergées et détrempées, ne sont susceptibles de pourrir que lorsque le navire

est hors de l'eau pour de longues périodes.

Les coutures ou joints de calfatage du pont, spécialement à la hauteur des bordés et du joint entre le bords du pont et le plat-bord, sont une source constante d'ennuis. Les fuites à ces endroits affectent les membres (ou couples), les extrémités des barrots de pont,les bauquières et les courbes. La méthode, à bord des bateaux pontés, qui consiste à percer le plat-bord pour y laisser passer les jambettes de pavois, devrait être particulièrement découragée. Le seul pont idéal en est un sans aucune couture. Le bordé est spécialement exposé aux fuites, surtout à ses extrémités, là où il rejoint l'étrave et le tableau; de même le sont, à un degré moindre, les abouts.

La tête de proue et les bittes d'amarrage, à moins que des mesures re soient prises pour protéger le travers du fil, sont elles aussi exposées à la pourriture.

Un vaigrage trop serré est une source d'ennuis, et on devrait toujours sauter une vaigre en haut et en bas, de façon à ce que l'air puisse circuler entre les membres. La figure 5 montre les effects du manque d'aération sur les membres d'un navire. Les armoires et les soutes se trouvant à des endroits tels que le coqueron avant et les compartiments de l'appareil à gouverner, devraient être bien ventilés et disposer d'un bon écoulement vers les fonds.

Il y aurait lieu de surveiller attentivement toutes les sources d'eau douce du bateau et de donner une certaine priorité à la réparation des canalisations ou des réservoirs d'eau en cas de fuite. Les zones au voisinage des réservoirs d'eau douce sont connues pour leur tendance à pourrir du fait des déversements accidentels d'eau lors du remplissage de ces

MEMBRES POURRIS DANS UN DRAGUEUR DE 65'

Les membres infectés devraient être enlevés et remplacés par de nouveaux membres traités avec un préservatif.

réservoirs. La condensation devrait, elle aussi, faire l'objet d'une attention particulière, notamment au voisinage des appareils de réfrigération. Ceux-ci sont à nettoyer et sécher aussi vite que possible.

Le fait de ne pas préserver de l'eau de pluie, le rouf et les joints d'hiloire, entraîne souvent la pourriture des ponts, des barrots de ponts et des hiloires elles-mêmes.

On ne devrait jamais laisser l'eau de pluie s'accumuler dans les fonds car elle contribue alors à la pourriture de la zone humide qui se trouve juste au-dessus. Ceci est particulièrement important dans le cas des membres de bouchain arrière des bateaux ouverts.

D'autres secteurs où l'on s'attardera à éloigner l'humidité avec un soin particulier sont les endroits où les tuyaux d'évacuation de la cuisine et du moteur passent à travers la structure. La combinaison de la chaleur et de l'humidité étant en effet un important facteur d'accélération de la pourriture.

Enfin, on ne devrait jamais laver les ponts à l'eau douce mais bien à l'eau de mer, étant donné que le sel tend à inhiber la croissance de la pourriture.

TRAITEMENT PRÉVENTIF

Le procédé idéal serait d'employer un matériau traité sous pression dans tout le bateau. À défaut cependant, il existe des solutions pouvant être appliquées à la façon d'une peinture. Leur efficacité dépend de leur bon emploi, lequel consiste à l'application sur bois séché en prenant soin d'imprégner suffisamment tous les endroits en travers du fil et entre toutes les surfaces en contact.

Il est très important d'appliquer les préservatifs après que le bois ait été coupé et façonné, et que tous les trous en aient été percés.

On trouve actuellement deux types de préservatifs d'usage courant. Tous deux se caractérisent par des composants chimiques de base en solution dans un solvant pétrolier volatil qui confère au mélange sa capacité de pénétration.

Le naphthanate de cuivre se présente sous deux formes: l'une de couleur verte (cuprinol), l'autre incolore.

Le produit de couleur verte s'utilise principalement pour le traitement des membres du bateau. Il teint le bois en vert, laisse la surface collante et transparaît sous la peinture. Quant au produit incolore, il peut s'employer sous la peinture ou le vernis sans affecter la couleur du bois ni celle de la peinture.

Le type pentachlorophénol, est de couleur claire et n'altère pas vraiment la couleur naturelle du bois. Il peut s'employer sous la peinture ou le vernis.

Les deux sortes sont acceptables, l'important étant d'appliquer généreusement le produit, de bien imprégner tous les endroits en travers du fil et si l'on veut peindre par-dessus les préservatifs du type clair, d'attendre au moins 24 heures avant d'appliquer la peinture ou le vernis.

TRAITEMENT PAR PRESSION

Il existe trois combinaisons chimiques principales d'usage courant dans le traitement par pression du bois. Ce sont:

1) la créosote dans l'huile
2) le pentachlorophénol
3) un mélange à base d'arsenic, de cuivre et de chrome dans l'eau.(Sels de boliden K33)

En raison du risque d'odeurs désagréables que présentent la créosote et le pentachlorophénol, le préservatif à base de cuivre, de chrome et d'arsenic est recommandé Pour usage naval; il résiste de plus aux attaques des organismes foreurs marins.

Dans le choix d'un préservatif approprié, il y a lieu de s'assurer qu'il n'affectera pas sensiblement la conductivité électrique du bois à traiter. Le phénomène d'électrolyse ainsi créé augmenterait grandement les risques d'une dégradation du bois sous la forme de ce qu'on appelle souvent "la maladie du clou". Les expériences de laboratoire ont cependant montré qu'aucun des traitements ci-dessus ne provoque d'augmentation appréciable de la conductivité électrique.

L'ATTAQUE CHIMIQUE

Il arrive que le bois autour des fixations devienne foncé, décoloré et qu'une dépression apparaisse autour du clou. Ce phénomène est également connu sous le nom de "maladie du clou". La coloration peut aller des diverses nuances de gris jusqu'à devenir presque noire et une fissure d'un pouce ou deux de long peut finalement apparaître de part et d'autre du clou.

Cette "maladie du clou" peut conduire à un relâchement des fixations, entraînant une perte d'étanchéité. La structure du bois se désorganise à un point tel qu'il suffit de le gratter ou frotter légèrement pour qu'il se désagrège en courtes particules de fibres cassées. On sait maintenant que même si cette attaque du bois ressemble à de la pourriture, elle résulte en fait de l'action de certains corps chimiques libérés par l'eau de mer sous l'effet galvanique. Si deux métaux

dissemblables sont logés dans du bois mouillé, lequel contient toujours certains électrolytes en solution (de l'eau salée dans le cas qui nous intéresse), ils peuvent former les pôles d'une pile galvanique. Le bois autour de l'anode devient donc acide, tandis que des conditions alcalines se développent autour de la cathode. C'est ce qui provoque la dégradation du bois, et parfois la corrosion avancée des clous eux-mêmes.

Une légère fuite d'électricité accélèrera grandement le phénomène. Des courants électriques même de très faible ampérage, pourront donc causer des effets sérieux. Ce genre de problème a pris de l'importance ces dernières années du fait que de nombreux bâtiments sont aujourd'hui équipés d'un appareillage électrique varié: radio, radio-sondes, sonar, etc.... Ce matériel, et, en fait, tout le matériel électrique, doit être mis à la masse convenablement pour éviter les fuites de courant.

PRÉVENTION DE LA POURRITURE CHIMIQUE

En vue de prévenir la maladie du clou, il y a lieu, dans la mesure du possible, d'éviter l'introduction de métaux dissemblables dans le bois mouillé, d'éviter toute fuite de courant et de veiller à noyer et à recouvrir clous et fixations.

SÉCHAGE DU BOIS

On sèche le bois pour le rendre utilisable. Le bois vert ne peut-être utilisé que pour de grosses pièces. Le séchage enlève la plus grande partie de l'eau originellement contenue dans l'arbre vivant et retenue dans le bois au moment où il est manufacturé. Un contrôle adéquat du processus de séchage réduit les défauts possibles, tandis que la teneur en humidité est abaissée jusqu'à ce que le bois atteigne les caractéristiques

voulues pour son usage. Le séchage s'accompagne d'un retrait, et c'est là son principal objectif: faire rétrécir le bois avant sa mise en utilisation. Le séchage du bois jusqu'à une teneur en humidité inférieure à 20 pour cent élimine le risque de pourriture et de taches jusqu'à ce qu'il soit mouillé en cours d'usage. Il s'effectue généralement à l'air, ou encore dans un séchoir.

De nombreuses suggestions ont été faites pour remédier aux dommages dûs au retrait et au gonflement du bois, mais peu sont satisfaisantes. Une coque en bois ne peut être valablement construite ou réparée que si la teneur en humidité du bois utilisé est surveillée de près.

Le retrait du bois est parfois à l'origine de réparations nécessaires sur les bateaux et navires. Il se traduit par l'ouverture excessive des coutures ou joints de calfatage du bordage et du pont, et par de larges et nombreuses fissures dans le plat-bord, les chapes, les massifs d'arbres et les serres intérieures. Ce retrait provient de l'emploi d'un bois de construction qui avait une trop forte teneur en humidité, et il peut causer de sérieux problèmes d'entretien et de réparation.

POINT DE SATURATION DES FIBRES

La teneur en humidité du bois s'exprime par un pourcentage qui indique le poids d'humidité dans le bois par rapport au poids du bois étuvé. Le bois séché à l'étuve contient zéro pour cent d'humidité, et un bois à 100 pour cent d'humidité contient moitié d'humidité et moitié de substance ligneuse.

Dans le bois non séché, l'humidité existe sous deux formes:

1. L'eau libre à l'intérieur des cavités cellulaires.
2. L'eau retenue dans les parois cellulaires ou absorbée par elles.

Lorsqu'une pièce de bois vert sèche, l'eau libre s'échappe des cavités cellulaires. Une fois que toute l'eau des cavités cellulaires est libérée, l'eau fixée dans les parois cellulaires commence alors à s'échapper. C'est ce point, quand les parois cellulaires commencent à se déshydrater, que l'on appelle "point de saturation des fibres". Il correspond à une teneur en humidité d'environ 30 pour cent.

Le bois, lorsqu'il est débité de la grume, contient plus d'humidité qu'il n'en retiendra une fois exposé à l'air. Quand une planche de bois "vert", ou non séché, commence à sécher, c'est la surface qui perd son humidité la première. Ce qui signifie que la teneur en humidité relativement faible en surface, augmentera progressivement en direction du centre de la planche. C'est la courbe de ces valeurs d'humidité entre la surface et le centre que l'on désigne sous le nom de gradient d'humidité.

Au cours du séchage, la différence entre la teneur en humidité de la surface et du centre ne cesse de diminuer, jusqu'à ce que l'humidité soit uniformément répartie d'un bout à l'autre de la planche, transversalement et longitudinalement. Si la vitesse de séchage est trop rapide, des imperfections sérieuses, telles que des fentes et des gerces, peuvent se développer.

Une différence marquée entre la teneur en humidité de la surface et du centre indique que le séchage se poursuit à une allure rapide et qu'il y a de l'eau libre au centre de

la planche. Un bois semblable ne convient généralement pas à la construction navale.

DEGRÉ D'ÉQUILIBRE DE L'HUMIDITÉ

Le bois gagne ou perd de l'humidité jusqu'à ce qu'il parvienne à un état d'équilibre avec l'air environnant. La vitesse à laquelle sèche le bois vert, ainsi que le degré d'humidité finalement atteint, dépendent de l'humidité relative de l'air ambiant. Exposé à une atmosphère d'une humidité relative donnée pour une période allant de quelques heures à plusieurs mois, selon la taille, l'essence, etc., la pièce de bois atteint une teneur en humidité définitive, qui n'est autre que le degré d'humidité d'équilibre. On peut voir à la fig. 6 quelques valeurs d'humidité relative, avec les degrés d'humidité d'équilibre y correspondant.

Un changement dans l'humidité relative de l'air n'entraîne pas une modification immédiate dans la teneur en humidité du bois. Lorsqu'un tel changement intervient, le gradient d'humidité augmente (ou diminue) et la teneur en humidité du bois se dirige lentement vers son état d'équilibre avec la nouvelle humidité relative de l'air.

L'important, dans la préparation du bois à usage naval, est de déterminer l'humidité moyenne relative prévisible à laquelle sera exposée la pièce de bois à l'emplacement de son utilisation, des conditions les plus sèches aux plus humides. Le degré d'humidité d'équilibre pourra alors être évalué avec assez de précision pour pouvoir estimer la teneur en humidité que devra avoir le bois utilisé pour la fabrication de la pièce en question, tel qu'indiqué à la figure 6.

RETRAIT ET GONFLEMENT

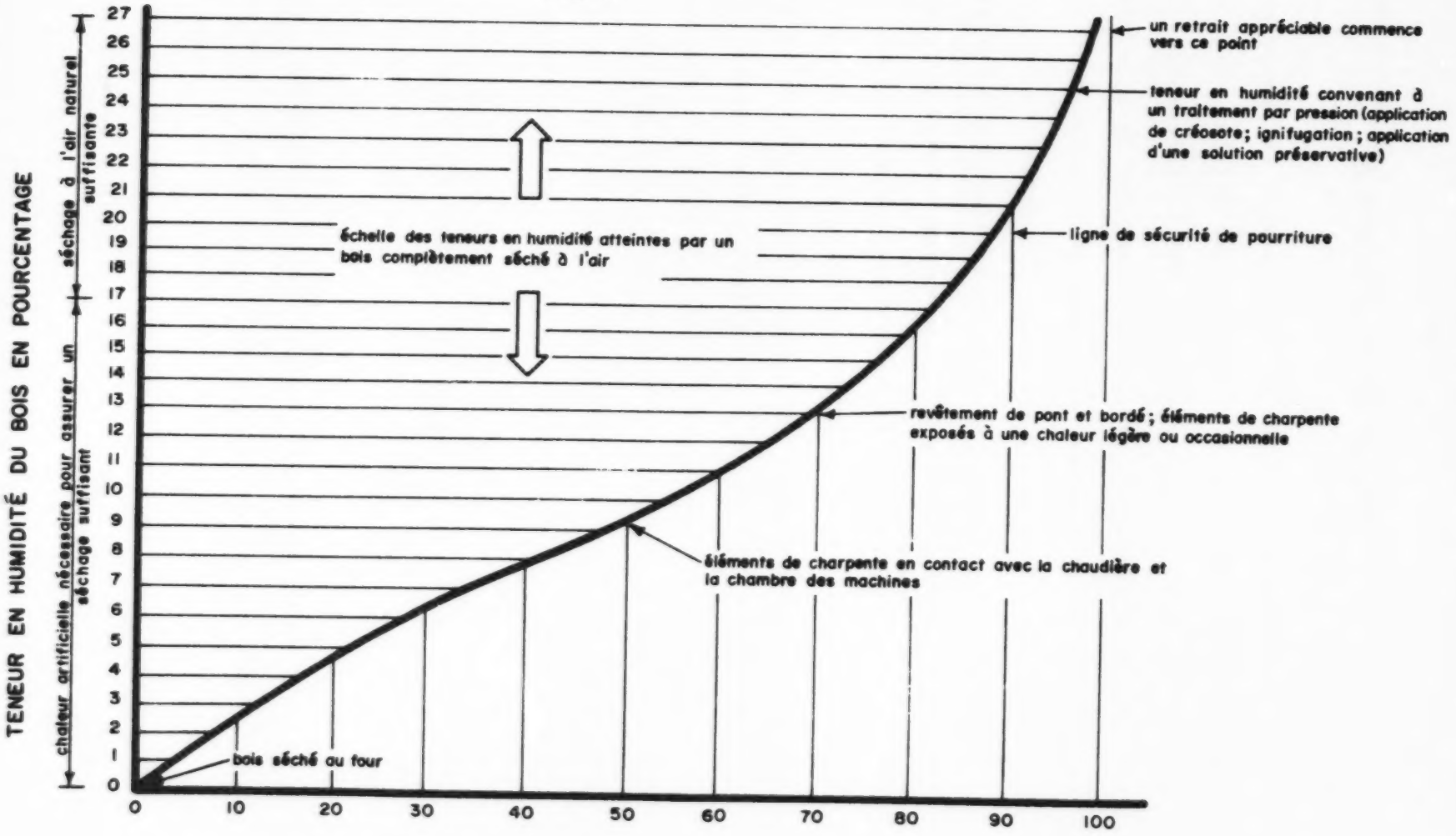
Le bois ne ressemble à aucun autre matériau en ce qui regarde la cause de ses changements de dimension. Cette dernière varie en effet selon le gain ou la perte d'humidité (laquelle est elle-même fonction surtout de l'humidité relative de l'air)- tandis que la plupart des autres matériaux structurés changent de taille sous l'effet de la température. C'est pourquoi, il n'est pas nécessaire de prévoir des joints de dilatation dans les structures de bois. C'est ce qui explique aussi en partie, le fait que les structures de bois peuvent supporter des températures extrêmes sans s'effondrer.

Les diverses essences gonflent ou rétrécissent à différents taux d'humidité, mais aucune essence ne gonfle ou rétrécie si le taux d'humidité est inférieur à 30% (point de saturation des fibres). En dessous de 30 pour cent, le bois gonfle en même temps que s'accroît sa teneur en humidité, et rétrécit lorsque celle-ci décroît. Le pourcentage du retrait jusqu'au degré d'humidité zéro est indiqué au tableau 2.

Le changement de direction le plus important s'effectue dans une direction parallèle aux cernes d'accroissement annuel (tangentielle). Une proportion allant de la moitié aux deux tiers de ce changement intervient dans une direction perpendiculaire aux cernes d'accroissement annuel (radiale). Aucun changement notable ne se produit dans la direction du fil du bois (longitudinale).

Comme nous l'avons vu auparavant, la pourriture du bois est directement reliée à la teneur en humidité, et l'emploi d'un bois sec pour la construction ou la réparation de coques de navires, est à cet égard d'une importance vitale.

FIG. 6



Source;
"Wood - A Manual for its use as a Ship Building Material" Vol. II
Navships 250-336.

EXPLICATION DE LA FIGURE 6.

Point d'équilibre de l'humidité. La teneur en humidité cité est celle considérée comme idéale. Dans le domaine des applications pratiques, une tolérance de 3 pour cent est admissible, la préférence étant donnée à la teneur en humidité la plus basse. Le matériau lamellé contient habituellement environ 12 pour cent d'humidité et convient surtout pour les éléments de grande taille. Le contreplaqué étanche a normalement un taux d'humidité d'environ 5 pour cent après fabrication. En raison de sa stabilité accrue, il trouvera maintes applications satisfaisantes avec une teneur en humidité de 10 pour cent assortie d'une tolérance de 5 pour cent. Le chêne blanc présente une flexibilité optimale avec une teneur en humidité de 25 à 35 pour cent. Des flexions satisfaisantes peuvent s'obtenir avec un matériau plus sec. On devrait laisser sécher avant de le peindre, le bois mis en place avec une teneur en humidité supérieur à 20 pour cent.

Les faits dont il faut se rappeler sont:

1. Aucune essence de bois ne peut pourrir si sa teneur en humidité est inférieure à 20 pour cent.
2. La pourriture ne peut attaquer le bois totalement immergé.

La plupart des cas de pourriture signalés dans les bateaux de bois, peuvent se relier directement à l'emploi de lourdes pièces de bois déjà infectées par la pourriture avant leur installation. Une fois installées, ces pièces ne sèchent jamais jusqu'au niveau de protection de 20 pour cent d'un bout à l'autre de leur longueur et de leur épaisseur.

Le bois des parties immergées d'une coque est soumis à des gonflements excessifs, alors que celui utilisé dans les chambres des machines et autres compartiments chauffés, est exposé à une dessication excessive. Toutefois, dans les bateaux et navires en bois, la plupart des éléments de la coque soumis à des extrêmes d'humidification et de dessication, sont faits d'essences de bois à faible indice de retrait, comme le cèdre, le Douglas et l'acajou. Quand ces essences gonflent, elles exercent une pression légère, sans flambage. Toutes les essences communes utilisées pour la fabrication de bateaux et navires en bois (acajou, cèdre, Douglas, chêne blanc), en immersion, absorbent l'humidité très lentement. Les couches de peinture réduisent la vitesse d'absorption de l'humidité et de l'évaporation. La plupart des éléments immergés, sont soumis à des conditions de dessication sur leur face interne-(facteur empêchant un gonflement maximum). Des essais récents ont montré qu'un bordé immergé, ayant sa face interne exposée à une

circulation d'air normale, acquiert une teneur moyenne de 13 pour cent d'humidité.

Lors de son entreposage à terre, sous abri, le bois d'un bateau rétrécira selon l'humidité relative moyenne du site d'entreposage durant les saisons les plus sèches de l'année. Il n'existe cependant pas d'endroits de réparation ou de construction de bateaux où les conditions climatiques présenteraient une humidité relative moyenne suffisamment basse pour réduire la teneur en humidité du bois à moins de 10 pour cent, ni assez haute pour l'élever à plus de 20 pour cent; pourvu, bien entendu, que le bateau soit convenablement installé sur berceau, asséché et recouvert.

MATÉRIAU LAMELLÉ

Il n'est pas facile de se procurer sur-le-champ, une solide pièce de bois de plus de 2½ pouces d'épaisseur à l'état sec. Ceci s'applique davantage aux essences de bois dur, en particulier le chêne blanc, qu'aux bois tendres. Le matériau lamellé donne au constructeur, la possibilité d'obtenir des pièces de chêne et de Douglas complètement séchées, de toute forme et de toute dimension.

Les pièces lamellées sont stérilisées au moyen de la méthode de prise et, en raison de leur basse teneur en humidité, elles sont de beaucoup préférées à celles de bois vert, lesquelles peuvent avoir des caries naissantes et ne sèchent jamais complètement. Les éléments laminés peuvent être cintrés selon la courbure voulue, rendant inutile le recours à une forêt de pièces de charpente et à une tonne de chevillages pour fabriquer une membrure ou une étrave de grande dimension. (La résistance du bois augmente rapidement, si sa teneur en

humidité tombe en-dessous du point de saturation des fibres). Du fait aussi qu'on évite les chevillages, les écarts à trait de Jupiter et le contre-fil, un élément laminé est beaucoup plus résistant qu'un élément d'une pièce. On évitera de nombreux problèmes et frais de réparation en employant du bois à la bonne teneur en humidité pour la construction ou la réparation d'une coque.

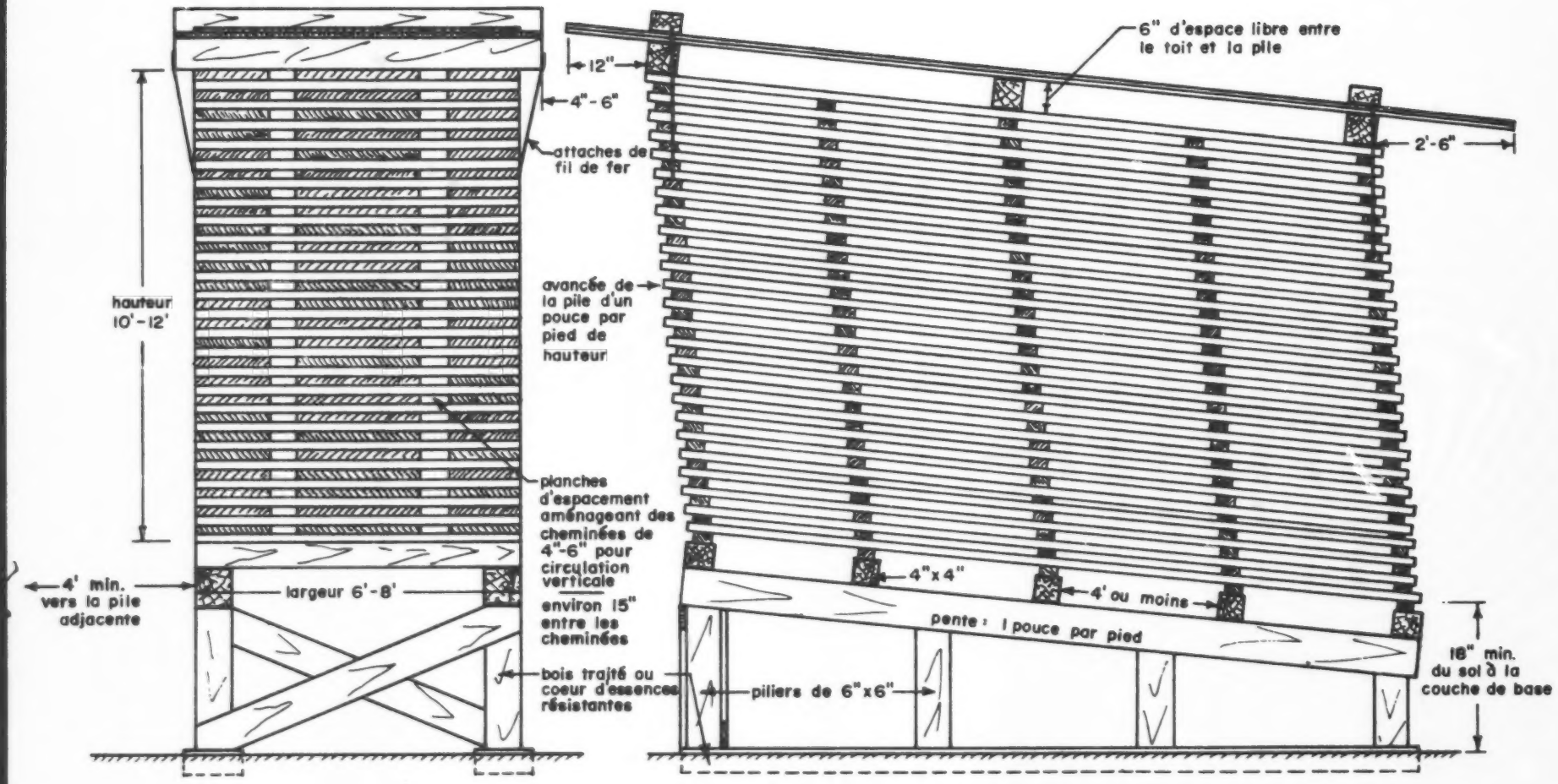
ESSENCES	RETRAIT SÉCHÉ À ZÉRO POUR CENT D'HUMIDITÉ		
	RADIALE	TANGENTIELLE	VOLUMÉTRIQUE
Bois tendres			
Cyprès jaune	3.8	6.2	10.5
Cèdre	2.9	5.4	8.8
Genévrier			
Douglas	5.0	7.8	11.8
Mélèze de l'ouest	4.2	8.1	13.2
Pin ponderosa	3.9	6.3	9.6
Pin blanc de l'est	2.3	6.0	8.2
Epinette rouge	3.8	7.8	11.8
Epinette noire	4.1	6.8	11.3
Epinette blanche	4.7	8.2	13.7
Mélèze laricin	3.7	7.4	13.6
Bois durs			
Noyer noir	5.5	7.8	12.8
Frêne blanc	5.0	7.8	15.2
Hêtre noir	4.8	7.8	13.4
Bouleau, Jaune	7.2	9.2	16.7
Bouleau, Blanc	6.3	8.6	16.2
Orme	4.8	8.1	14.1
Erable à sucre	4.9	9.5	14.9
Chêne rouge	4.0	8.2	13.5
Chêne blanc	5.3	9.0	15.8

SÉCHAGE À L'AIR

Le séchage à l'air est la méthode la plus simple et la plus ancienne de séchage du bois. Elle consiste à exposer le bois débiter vert soit en plein air, soit dans des hangars. Son efficacité est limitée par les fantaisies météorologiques, lesquelles à leur tour limitent le degré auquel la vitesse de séchage peut être contrôlée et la teneur en humidité finalement atteinte. Il en résulte que la période de séchage est relativement longue, et la teneur en humidité finale est, tributaire des conditions atmosphériques qui prévalent peu avant la fin du processus de séchage. En général, la teneur en humidité d'un bois complètement séché à l'air se situe entre 12 et 15 pour cent durant les saisons sèches de l'année.

Bien que les conditions atmosphériques générales soient incontrôlables, un certain contrôle de la situation locale peut s'exercer dans la cour de stockage. L'espacement, la taille des piles ainsi que la méthode d'empilage, permettent d'accélérer matériellement le temps de séchage, ou, s'il y a lieu, de le retarder jusqu'à un certain point pour éviter la formation excessive de gerces. La figure 7 montre la façon d'empiler le bois pour un séchage à l'air efficace.

FIG. 7



PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES D'EMPILAGE POUR UN SÉCHAGE À L'AIR RAPIDE ET UNIFORME

BIBLIOGRAPHIE

1. Timber Pests and Diseases - Findlay
2. Boat Carpentry - Smith
3. Prevention of Decay of Wood in Boats - Forest Products Research Bulletin #31 - H.M. Stationery Office 1954
4. Red and White Oak in Boat Construction; Roger S. Smith (Western Fisheries Vol. 73, # 2, Nov. 1966)
5. Forest Products Technical Notes No. 3 - The Care of Wooden Boats - 1969 (Australia)
6. Wood Minesweepers are Sound After 15 Years of Service T.L. Highly, T.C. Scheffer and M.L. Silbo in Forest Products Journal. May 1971 Vol. 21, No. 5
7. Vols. I-IV Wood: A Manual for its Use as a Shipbuilding Material, Department of the Navy, Bureau of Ships, 1957.
8. Description and Maintenance for Prevention of Rot in Wooden Vessels - L.J. Fuller LCDR R.C.N..